

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-166023

(43)Date of publication of application : 23.06.1998

(51)Int.Cl.	B21B 45/02
	B05B 1/04
	B05B 1/14
	C21D 9/52
	C21D 9/573

(21)Application number : 08-330007 (71)Applicant : NKK CORP

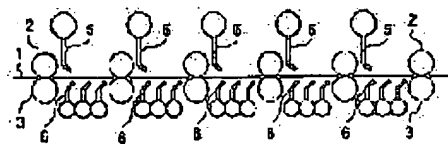
(22)Date of filing :	10.12.1996	(72)Inventor :	FUJIBAYASHI TERUO
			KIBE HIROSHI
			SUGIYAMA SHUNICHI
			TAKANE AKIRA
			INOUE YOSHITAKA
			KAMATA SHOSEI
			UCHIMURA TAKASHI

(54) DEVICE FOR COOLING HIGH-TEMPERATURE STEEL SHEET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of thermal strain which is generated on a steel sheet after cooling at the time of cooling a high-temp. steel sheet which is hot-rolled by making the contribution of cooling ability of the upper surface and back surface of the steel sheet same and cooling the sheet so as to have the same temp. history on the upper and back surfaces.

SOLUTION: A cooling device is composed so that restraining rolls 2, 3 are provided on both sides of the hot-rolled high-temp. steel sheet 1 at a constant pitch and upper nozzles 5 and lower nozzles 6 for jetting cooling water toward the upper surface and back surface of the steel sheet are provided between the mutual restraining rolls. In such a case, the number of the lower nozzles 6 in the length direction of the steel sheet are more than the number of the upper nozzles 5 in the length direction of the steel sheet and the upper nozzles 5 and lower nozzles 6 are arranged so that the contact starting positions to the upper surface of the steel sheet of the cooling water which is jetted from the upper nozzles 5 are same as the contact starting positions to the back surface of the steel sheet of the cooling water which is jetted from the lower nozzles 6.



LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-166023

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月23日

(51) Int. Cl. ⁶

B21B 45/02

識別記号

320

F I

B21B 45/02

320

R

320

B

320

S

320

V

B05B 1/04

B05B 1/04

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-330007

(22) 出願日 平成 8 年(1996)12月10日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 藤林 晃夫

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 木部 洋

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 杉山 峻一

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 潮谷 奈津夫 (外 1 名)

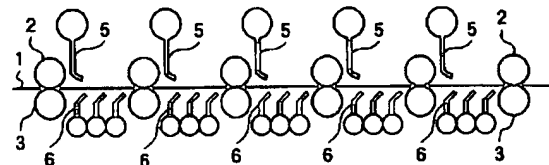
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高温鋼板の冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 熱間圧延された高温鋼板を冷却するに際し、鋼板の上面と下面との冷却能分布を同一にし、鋼板の上下面で同じ温度履歴になるように冷却することによって、冷却後に鋼板に生ずる熱歪みの発生を防止する。

【解決手段】 熱間圧延された高温の鋼板 1 を挟んで、拘束ロール 2, 3 が一定ピッチで設けられ、拘束ロール相互間に、鋼板の上面および下面に向け冷却水を噴射する上部ノズル 5 および下部ノズル 6 が設けられている冷却装置において、下部ノズル 6 の鋼板長さ方向の数は上部ノズル 5 の鋼板長さ方向の数よりも多く、上部ノズル 5 から噴射された冷却水の鋼板上面に対する接触開始位置と、下部ノズル 6 から噴射された冷却水の鋼板下面に対する接触開始位置とが同じになるように、上部ノズル 5 および下部ノズル 6 が配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱間圧延された高温の鋼板を挟んで、その上下に1対の拘束ロールが一定ピッチで複数組設けられ、前記複数組の拘束ロールの相互間には、前記鋼板の上面および下面に向け冷却水を噴射するための上部冷却ノズルおよび下部冷却ノズルが設けられている高温鋼板の冷却装置において、

前記鋼板の上面に対する冷却温度履歴と前記鋼板の下面に対する冷却温度履歴とが同じになるように、前記下部冷却ノズルの鋼板長さ方向の数は、前記上部冷却ノズルの鋼板長さ方向の数よりも多く設置され、そして、前記上部冷却ノズルおよび前記下部冷却ノズルは、前記上部冷却ノズルから噴射された冷却水の、前記鋼板上面に対する接触開始位置と、前記下部冷却ノズルから噴射された冷却水の、前記鋼板下面に対する接触開始位置とが同じになるように配置されていることを特徴とする、高温鋼板の冷却装置。

【請求項2】 前記上部冷却ノズルは、スリットノズルであり、前記下部冷却ノズルは、少なくとも複数個のスリットノズル、導管付き円管ラミナーノズル、円管ラミナーノズルまたはスプレーノズルである、請求項1記載の高温鋼板の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、熱間圧延された高温鋼板の冷却装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】熱間圧延された高温の鋼板は、一般に圧延直後の温度分布や鋼板の形状または表面状態の相違に起因して、その冷却中に冷却むらが生じやすい。特に、熱間圧延された厚鋼板をオンラインで冷却する場合には、鋼板の上面および下面に対する冷却が上下で対称にならないために、冷却中に、鋼板の変形による通板障害など、操業上のトラブルが生ずることが多く、その結果、冷却後の厚鋼板に、変形、残留応力、材質のバラツキなどが生じやすい。

【0003】鋼板が変形した場合には、圧延後の精整工程において、プレスや矯正機等による成形が必要になるために、コスト高になることが避けられなかった。上述した問題を解決し、高温の鋼板を均一に冷却するための装置や方法が種々提案されており、例えば、次のような技術が開示されている。

【0004】(1) 特開昭58-86904号公報：2組のローラ間を搬送される鋼板の上下にカバーを設け、スリット状のノズルから冷却ゾーン内に冷却水を噴射し、鋼板の搬送方向に向けて冷却水を流し冷却する装置（以下、先行技術1という）。

【0005】(2) 特開昭61-153235号公報：厚鋼板を2つの冷却装置にオンラインで通過させて冷却するに際し、第1段の冷却装置では上下のスリットノズル

から冷却水を噴射し、第2段の冷却装置ではスプレーノズルから冷却水を噴射して厚鋼板を冷却する装置（以下、先行技術2という）。

【0006】(3) 特開昭61-264137号公報：鋼板の上方および下方に設けられたスリットノズルから、15～25°の角度で鋼板に対し冷却水を噴射して冷却する方法（以下、先行技術3という）。

【0007】(4) 特開昭59-144513号公報：鋼板を挟んでその上下に、相対向する2組のノズルを設け、このノズルから冷却水を噴射して鋼板を冷却する方法（以下、先行技術4という）。

【0008】(5) 特開昭63-168215号公報：上流側ロールの近傍に設けられた上部冷却ノズルから、鋼板に対し冷却水を供給し、そして、下流側ロールの近傍で冷却水を吸水し、そして、下面側のロール間中央部に設けられたノズルによって鋼板を冷却する方法（以下、先行技術5という）。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した何れの先行技術によっても、鋼板上下面の熱負荷が同一になるように、冷却水の水量を調整することは難しく、特に、冷却中に鋼板に発生する歪みや応力のために、冷却中または冷却後に鋼板が変形する問題があった。

【0010】即ち、高温鋼板の上面においては、鋼板に衝突した冷却水の噴流による冷却量に加え、鋼板上面を流れる衝突後の滞留水による冷却量が存在する。一方、鋼板の下面側においては、鋼板に衝突後の冷却水は、重力の影響によって直ちに鋼板から離脱するので、衝突噴流のみによる冷却量しか期待できない。従って、鋼板の上下面を同じ方式で冷却する方法では、上下対称の冷却を行うことは困難である。

【0011】そこで、一般には、鋼板の下面に対する冷却水の流量や流速を大にし、または、下面の冷却長を長くするなどの方法、または、鋼板下面側の冷却量と上面側の冷却量とが同一になるように、上面側の冷却量を少なくする等の調整を行うことが必要とされていた。

【0012】また、鋼板の上下面に対する冷却量が同じであったとしても、鋼板長手方向の冷却分布には明らかな相違があった。即ち、鋼板上面側では、鋼板に冷却水が衝突した後も、その冷却水は、鋼板の表面上を流れるので、熱流束は、鋼板の長手方向に一樣であるのに対し、鋼板下面側では、衝突した冷却水は直ちに鋼板の下面から離脱するために、熱流束が鋼板長手方向に降下する傾向があった。

【0013】鋼板下面の熱流束を上げ、または、鋼板上面の熱流束を下げる等の手段によって、鋼板上下両面の冷却量を同一になしても、局所的に見た場合に、長手方向の位置によっては、常に上下対称の冷却が行われているとはいえず、従って、鋼板の上面および下面の温度

履歴が同じにはならず、その結果、このような温度履歴の相違から、鋼板に残留ひずみや変形が生ずることは避けられなかった。

【0014】図6は、圧延直後の鋼板の上面および下面に、スリットジェットノズルから冷却水を噴射して鋼板を冷却した際における、鋼板の表面と裏面の温度履歴を、有限要素法による熱弾塑性解析によって求めた結果を示す図であり、図7は、その際のC反り量を、同じく有限要素法による熱弾塑性解析で求めた結果を示す図である。図6および図7から明らかなように、鋼板の上面

に対する熱伝達量と下面に対する熱伝達量の相違によって、同じ冷却温度であっても、鋼板に残留C反りが発生している。従って、これを回避するためには、冷却ゾーン全体の冷却量のみならず、冷却途中における鋼板上下面の冷却熱流束を同じに保つ必要がある。

【0015】図8は、鋼板の上面および下面における冷却水の接触状態を示す模式図である。図8から明らかなように、オンラインで搬送される鋼板1から見て、前段の圧延ロール4、4を通過した後の鋼板1に対し、その上面側からスリットノズル13によって冷却水を噴射し、そして、その下面側からノズル14によって冷却水を噴射した場合に、鋼板1の上面に冷却水が接触する鋼板搬送方向の位置aと、鋼板1の下面に冷却水が接触する鋼板搬送方向の位置bとの間に、yで示す量のずれが存在すると、C反りの発生することが有限要素法による熱弾塑性解析で判明した。

【0016】図9に、鋼板の上面および下面に対し冷却水が接触を開始する、鋼板搬送方向の位置のずれ量yと、C反り量との関係を示す。図9から、上記ずれ量yが、C反り量に大きく影響していることがわかる。

【0017】前述した先行技術1～4における、鋼板の上面および下面に対する冷却機構は何れも同じであるから、上面および下面を同じ冷却履歴によって冷却することは困難であり、従って、冷却後の鋼板に歪みが生ずることは避けられなかった。

【0018】先行技術5においては、鋼板の上面と下面とで、冷却水が鋼板と衝突を開始する鋼板搬送方向の位置が異なり、また、衝突後の熱流束も、鋼板上面側は、その長手方向に比較的一定ではあるが、鋼板下面側においては、その長手方向に熱流束の強弱が存在する結果、上下面の冷却が完全な対称にはならず、従って、歪みの発生が避けられなかった。

【0019】従って、この発明の目的は、上述した問題を解決し、熱間圧延された高温鋼板を冷却するに際し、鋼板の上面と下面との冷却能分布を同一にし、鋼板の上下面で同じ温度履歴になるように冷却することができる、高温鋼板の冷却装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、熱間圧延された高温の鋼板を挟んで、その上下に1

対の拘束ロールが一定ピッチで複数組設けられ、前記複数組の拘束ロールの相互間には、前記鋼板の上面および下面に向け冷却水を噴射するための上部冷却ノズルおよび下部冷却ノズルが設けられている高温鋼板の冷却装置において、前記鋼板の上面に対する冷却温度履歴と前記鋼板の下面に対する冷却温度履歴とが同じになるように、前記下部冷却ノズルの鋼板長さ方向の数は、前記上部冷却ノズルの鋼板長さ方向の数よりも多く設置され、そして、前記上部冷却ノズルおよび前記下部冷却ノズルは、前記上部冷却ノズルから噴射された冷却水の、前記鋼板上面に対する接触開始位置と、前記下部冷却ノズルから噴射された冷却水の、前記鋼板下面に対する接触開始位置とが同じになるように配置されていることに特徴を有するものである。

【0021】請求項2に記載の発明は、前記上部冷却ノズルがスリットノズルであり、前記下部冷却ノズルが、少なくとも複数個のスリットノズル、導管付き円管ラミナーノズル、円管ラミナーノズルまたはスプレーノズルであることに特徴を有するものである。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、この発明を図面を参照しながら説明する。図1は、この発明の装置の第1実施態様を示す説明図である。図1に示すように、鋼板1を挟んでその上下に1対の拘束ロール2、3が一定ピッチ（例えば1000mmピッチ）で複数組（例えば20組）設けられ、拘束ロール2、3の各組相互間が冷却ゾーンになっている。

【0023】拘束ロール2、3の各組相互間の鋼板上面側には、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル5が設けられており、そして、鋼板下面側には、下部スリットノズル6が、鋼板1の板幅方向に一定ピッチ（例えば100mmピッチ）で且つ鋼板1の長手方向に複数列（例えば5列）密に設けられている。

【0024】上部スリットノズル5から、例えば2000l/m² minの量の水を鋼板1の上面に流し、下部スリットノズル6から、例えば1400l/m² minの量の水を鋼板1の下面に向けて噴射する。

【0025】上部スリットノズル5および下部スリットノズル6の位置および各ノズルからの冷却水の流量を、次のようにして調整する。

(1) 上部スリットノズル5から噴射された冷却水が鋼板1の上面に接触を開始する位置と、下部スリットノズル6から噴射された冷却水が鋼板1の下面に接触を開始する位置とが同一になるように、上部スリットノズル5および下部スリットノズル6の位置を調整する。

【0026】(2) 鋼板1の上面および下面に対する冷却能力、即ち、鋼板1が各冷却ゾーンを通過したときに奪われる熱量（抜熱量）を、鋼板上下面で同一となし、上下面の冷却がバランスするように、上部スリットノズル

5 および下部スリットノズル6から噴射される冷却水の流量を調整する。

【0027】(3) 冷却中の鋼板1の上面と下面の表面温度履歴が同一になるように、下部スリットノズル6からの冷却水の流量を調整する。局所的な熱流束分布が、鋼板1の上下面で対称になるように、例えば、上部スリットノズル5を、拘束ロール相互間の冷却ゾーン毎に1個配置し、下部スリットノズル6を、拘束ロール相互間の冷却ゾーン毎に、鋼板1の長手方向に5列配置する。鋼板1の下面に衝突した冷却水は、重力によって直ちに鋼板から離脱するから、鋼板1の上下面における抜熱量を同じにし、冷却中の鋼板上下面の表面温度履歴が同じになるように、下部スリットノズル6は密に配置されている。

【0028】なお、拘束ロール間に配置されている上部スリットノズルと下部スリットノズルとの比率は、条件によって任意に設定することができる。下部スリットノズルは密に配置されているほど局所的な熱流束の不均一は解消されるが、メンテナンス性および経済性の観点から、必要以上に密にする必要はない。

【0029】図2は、この発明の装置の第2実施態様を示す説明図である。図2に示すように、第2実施態様の装置においては、拘束ロール2、3の各組相互間の鋼板下面側に、冷却水が収容されたタンク7が配置されており、下部冷却ノズルとして、タンク7の水中に、板幅方向に一定ピッチ（例えば100mmピッチ）で、鋼板搬送方向に複数列（例えば5列）設けられた円管8aと、円管8aの各々の上部に鋼板1の下面に向けて設けられた導管8bとからなる導管付き円管ラミナーノズル8が配置されている点が、第1実施態様の装置と相違する。

【0030】鋼板1を挟む上下1対の複数組の拘束ロール2、3の各組相互間の、鋼板上面側には、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル5が設けられていることは、第1実施態様の装置と同様である。

【0031】タンク7内の冷却水は、導管付き円管ラミナーノズル8の水中に没している円管8aから導管8b内に噴射され、その随伴流で生じた液流によって鋼板1は効率的に冷却される。

【0032】上部スリットノズル5および導管付き円管ラミナーノズル8の位置および各ノズルからの冷却水の流量を、次のようにして調整する。

(1) 上部スリットノズル5から噴射された冷却水が鋼板1の上面に接触を開始する位置と、導管付き円管ラミナーノズル8から噴射された冷却水が鋼板1の下面に接触を開始する位置とが同一になるように、上部スリットノズル5および導管付き円管ラミナーノズル8の位置を調整する。

【0033】(2) 鋼板1の上面および下面に対する冷却能力、即ち、鋼板1が各冷却ゾーンを通過したときに奪

われる熱量（抜熱量）を鋼板上下面で同一となし、上下面の冷却がバランスするように、上部スリットノズル5および導管付き円管ラミナーノズル8から噴射される冷却水の流量を調整する。

【0034】(3) 冷却中の鋼板1の上面と下面との表面温度履歴が同じになるように、導管付き円管ラミナーノズル8からの冷却水の流量を調整する。局所的な熱流束分布が、鋼板1の上下面で対称にするように、例えば、上部スリットノズル5を、拘束ロール相互間の冷却ゾーン毎に1個配置し、導管付き円管ラミナーノズル8を、鋼板長手方向に4列で且つ板幅方向に100mmピッチで配置する。このように、導管付き円管ラミナーノズル8を、板幅方向に100mmピッチで配置する理由は、100mmピッチ以下とすれば、この水量条件下で、板幅方向にほぼむらのない均一な冷却が施されるからである。

【0035】なお、上部スリットノズル5と導管付き円管ラミナーノズル8との比率は、条件によって任意に設定することができる。導管付き円管ラミナーノズル8は密に配置されているほど、局所的な熱流束の不均一は解消されるが、メンテナンス性および経済性の観点から、必要以上に密にする必要はない。

【0036】図3は、この発明の装置の第3実施態様を示す説明図である。図3に示すように、第3実施態様の装置においては、拘束ロール2、3の各組相互間の鋼板下面側に、下部冷却ノズルとして、円管から水を噴射しラミナー状の液流で鋼板1を冷却する円管ラミナーノズル9が、板幅方向に一定ピッチ（例えば70mmピッチ）で鋼板長手方向に複数列（例えば8列）密に設けられている点が第1実施態様の装置と相違する。

【0037】鋼板1を挟む上下1対の複数組の拘束ロール2、3の各組相互間の、鋼板上面側には、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル5が設けられていることは、第1実施態様の装置と同様である。

【0038】上部スリットノズル5から、例えば2000l/m² minの量の水を鋼板1の上面に流し、円管ラミナーノズル9から、例えば2100l/m² minの量の水を鋼板1の下面に向け噴射する。

【0039】上部スリットノズル5および円管ラミナーノズル9の位置および各ノズルからの冷却水の流量を、次のようにして調整する。

(1) 上部スリットノズル5から噴射された冷却水が鋼板1の上面に接触を開始する位置と、円管ラミナーノズル9から噴射された冷却水が鋼板1の下面に接触を開始する位置とが同一になるように、上部スリットノズル5および円管ラミナーノズル9の位置を調整する。

【0040】(2) 鋼板1の上面および下面に対する冷却能力、即ち、鋼板1が各冷却ゾーンを通過したときに奪われる熱量（抜熱量）を鋼板上下面で同一となし、上下面の冷却がバランスするように、上部スリットノズル5

および円管ラミナーノズル 9 から噴射される冷却水の流量を調整する。

【0041】(3) 冷却中の鋼板 1 の上面と下面の表面温度履歴が同一になるように、円管ラミナーノズル 9 からの冷却水の流量を調整する。局所的な熱流束分布が、鋼板 1 の上下面で対称になるように、例えば、上部スリットノズル 5 を、拘束ロール相互間の冷却ゾーン毎に 1 個配置し、円管ラミナーノズル 9 を、鋼板の板幅方向に 70mm ピッチで鋼板長手方向に 7 列配置する。

【0042】円管ラミナーノズル 9 を、板幅方向に 70mm ピッチで配置する理由は、70mm ピッチ以下とすれば、この水量条件下で、板幅方向にほぼむらのない均一な冷却が施されるからである。

【0043】なお、上部スリットノズル 5 と円管ラミナーノズル 9 との比率は、条件によって任意に設定することができる。円管ラミナーノズル 9 は密に配置されているほど局所的な熱流束の不均一は解消されるが、メンテナンス性および経済性の観点から、必要以上に密にする必要はない。

【0044】図 4 は、この発明の装置の第 4 実施態様を示す説明図である。図 4 に示すように、第 4 実施態様の装置においては、拘束ロール 2、3 の各組相互間の鋼板下面側に、下部冷却ノズルとして、スプレーノズル 10 が鋼板の板幅方向に一定ピッチ（例えば 200mm ピッチ）で且つ鋼板の長手方向に複数列（例えば 8 列）に設けられている点が第 1 実施態様の装置と相違する。

【0045】鋼板 1 を挟む上下 1 対の複数組の拘束ロール 2、3 の各組相互間の鋼板上面側には、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル 5 が設けられていることは、第 1 実施態様の装置と同様である。なお、スプレーノズル 10 は市販のフラットスプレーノズルでよい。

【0046】上部スリットノズル 5 から、例えば 2000 l/m² min の量の水を鋼板 1 の上面に流し、スプレーノズル 10 から、例えば 3000 l/m² min の量の水を鋼板 1 の下面に向け噴射する。

【0047】上部スリットノズル 5 およびスプレーノズル 10 の位置および各ノズルからの冷却水の流量を、次のようにして調整する。

(1) 上部スリットノズル 5 から噴射された冷却水が鋼板 1 の上面に接触を開始する位置と、スプレーノズル 10 から噴射された冷却水が鋼板 1 の下面に接触を開始する位置とが同じになるように、上部スリットノズル 5 およびスプレーノズル 10 の位置を調整する。

【0048】(2) 鋼板 1 の上面および下面に対する冷却能力、即ち、鋼板 1 が各ゾーンを通過したときに奪われる熱量（抜熱量）を鋼板上下面で同一となし、上下面の冷却がバランスするように、上部スリットノズル 5 およびスプレーノズル 10 から噴射される冷却水の流量を調整する。

【0049】(3) 冷却中の鋼板 1 の上面と下面の表面温度履歴が同じになるように、スプレーノズル 10 からの冷却水の流量を調整する。局所的な熱流束分布が、鋼板 1 の上下面で対称になるように、例えば、上部スリットノズル 5 を拘束ロール相互間の冷却ゾーン毎に 1 個配置し、スプレーノズル 10 を、鋼板の板幅方向に 200mm ピッチで且つ長手方向に 8 列配置する。

【0050】スプレーノズル 10 を、板幅方向に 200mm ピッチで配置する理由は、200mm ピッチ以下とすれば、この水量条件下で、板幅方向にほぼむらのない均一な冷却が施されるからである。

【0051】なお、上部スリットノズル 5 とスプレーノズル 10 との比率は、条件によって任意に設定することができる。スプレーノズル 10 は密に配置されているほど局所的な熱流束の不均一は解消されるが、メンテナンス性および経済性の観点から、必要以上に密にする必要はない。

【0052】図 5 は、この発明の装置の第 5 実施態様を示す説明図である。図 5 に示すように、第 5 実施態様の装置においては、拘束ロール 2、3 の各組相互間の鋼板下面側に、冷却ノズルとして、多孔板ノズル 11 が設けられている点が第 1 実施態様の装置と相違する。

【0053】多孔板ノズル 11 は、その上面に、鋼板の板幅方向に 50mm ピッチで、長手方向に 50～100mm ピッチで千鳥状に密に設けられたノズルから、鋼板 1 に対し冷却水を噴射するようになっている。

【0054】拘束ロール 2、3 の各組相互間の鋼板上面側には、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル 5 が設けられていることは、第 1 実施態様の装置と同様である。

【0055】上部スリットノズル 5 から、例えば 2000 l/m² min の量の水を鋼板 1 の上面に流し、多孔板ノズル 11 から、例えば 3600 l/m² min の量の水を鋼板 1 の下面に向けて噴射する。

【0056】上部スリットノズル 5 および多孔板ノズル 11 の位置および各ノズルからの冷却水の流量を、次のようにして調整する。

(1) 上部スリットノズル 5 から噴射された冷却水が鋼板 1 の上面に接触を開始する位置と、多孔板ノズル 11 から噴射された冷却水が鋼板 1 の下面に接触を開始する位置とが同一になるように、上部スリットノズル 5 および多孔板ノズル 11 の位置を調整する。

【0057】(2) 鋼板 1 の上面および下面に対する冷却能力、即ち、鋼板 1 が各冷却ゾーンを通過したときに奪われる熱量（抜熱量）を鋼板上下面で同一となし、上下面の冷却がバランスするように、上部スリットノズル 5 および多孔板ノズル 11 から噴射される冷却水の流量を調整する。

【0058】(3) 冷却中の鋼板 1 の上面と下面との表面温度履歴が同一になるように、多孔板ノズル 11 の鋼板

長手方向のノズルピッチを50～100mmの範囲内に調整する。

【0059】多孔板ノズル11のノズルピッチの下限を50mmとした理由は、50mmピッチ以下とすれば、この水量条件下で、幅方向にほぼむらのない均一な冷却が施されからである。

【0060】なお、上述した上部スリットノズル5に対する多孔板ノズル11のノズルの比率は、条件によって任意に設定することができる。ノズルは密に設けるほ

拘束ロール : 100mmピッチで20組
 上部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に1個
 下部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に板幅方向に100mmピッチで鋼板長手方向に5列
 冷却水噴射量 : 上部スリットノズル 2000l/m² min
 下部スリットノズル 1400l/m² min

冷却直前および冷却が終了してから20秒経過後の、鋼板の表面温度分布を表面温度計で測定した。その結果、鋼板の板幅方向と長手方向の最高温度と最低温度との差が、冷却前では850℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後では520℃+0℃-30℃となり、冷却による温度むらは拡大することなく、ほぼ全面均一な冷却

拘束ロール : 100mmピッチで20組
 上部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に1個
 下部導管付き円管ラミナーノズル : 各冷却ゾーン毎に板幅方向に100mmピッチで鋼板長手方向に5列
 冷却水噴射量 : 上部スリットノズル 2000l/m² min
 下部導管付き円管ラミナーノズル : 1000l/m² min

冷却直前および冷却が終了してから20秒経過後の、鋼板の表面温度分布を表面温度計で測定した。その結果、鋼板の板幅方向と板長手方向の最高温度と最低温度との差が、冷却前では850℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後では520℃+0℃-20℃となり、冷却による温度むらは拡大することなく、ほぼ全面均一な冷

拘束ロール : 100mmピッチで20組
 上部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に1個
 下部円管ラミナーノズル : 各冷却ゾーン毎に板幅方向に70mmピッチで鋼板長手方向に8列
 冷却水噴射量 : 上部スリットノズル 2000l/m² min
 下部円管ラミナーノズル 2100l/m² min

冷却直前および冷却が終了してから20秒経過後の、鋼板の表面温度分布を表面温度計で測定した。その結果、鋼板の板幅方向と長手方向の最高温度と最低温度との差が、冷却前では850℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後では520℃+0℃-20℃となり、冷却による温度むらは拡大することなく、ほぼ全面均一な冷却

拘束ロール : 100mmピッチで20組
 上部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に1個
 下部スプレーノズル : 各冷却ゾーン毎に板幅方向に200mmピッチで鋼板長手方向に8列
 冷却水噴射量 : 上部スリットノズル 2000l/m² min

ど、局所的な熱流束の不均一は解消されるが、その数が多すぎるとノズル口径が細くなり、ノズル詰まりが生ずる等メンテナンス性が悪くなる。

【0061】

【実施例】

(1) 図1に示す第1実施態様の装置に、板幅4.5m、長さ30m、厚さ25mmの熱間圧延後の高温鋼板を、40mpmの速度で通過させ、下記条件で冷却した。

【0062】

が施された。板幅方向のC反り量は、板幅4.5mあたり5mmの上方に凸な上反りであった。

【0063】(2) 上記(1)と同じ寸法の熱間圧延後の高温鋼板を、図2に示した第2実施態様の装置に、40mpmの速度で通過させ、下記条件で冷却した。

が施された。板幅方向のC反り量は、板幅4.5mあたり3mmの上方に凸な上反りであった。

【0064】(3) 上記(1)と同じ寸法の熱間圧延後の高温鋼板を、図3に示した第3実施態様の装置に、40mpmの速度で通過させ、下記条件で冷却した。

が施された。板幅方向のC反り量は、板幅4.5mあたり8mmの上方に凸な上反りであった。

【0065】(4) 上記(1)と同じ寸法の熱間圧延後の高温鋼板を、図4に示した第4実施態様の装置に、40mpmの速度で通過させ、下記条件で冷却した。

下部スプレーノズル 3000 l/m² min

冷却直前および冷却が終了してから20秒経過後の、鋼板の表面温度分布を表面温度計で測定した。その結果、鋼板の板幅方向と長手方向の最高温度と最低温度との差が、冷却前では850℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後では520℃+0℃-20℃になり、冷却による温度むらは拡大することなく、ほぼ全面均一な冷却

拘束ロール : 100mmピッチで20組

上部スリットノズル : 各冷却ゾーン毎に1個

下部多孔板ノズル : 各冷却ゾーン毎に板幅方向に50mmピッチで鋼板長手方向に50~100mmピッチの千鳥状

冷却水噴射量 : 上部スリットノズル 2000 l/m² min

下部スプレーノズル 3600 l/m² min

冷却直前および冷却が終了してから20秒経過後の、鋼板の表面温度分布を表面温度計で測定した。その結果、鋼板の板幅方向と長手方向の最高温度と最低温度との差が、冷却前では850℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後では520℃+0℃-20℃になり、冷却による温度むらは拡大することなく、ほぼ全面均一な冷却が施された。板幅方向のC反り量は、板幅4.5mあたり3mmの上方に凸な上反りであった。

【0067】〔比較例〕実施例(1)に対する比較例として、図10に示すように、鋼板1を挟んでその上下に1対の拘束ロール2、3が複数組設けられ、拘束ロールの各組相互間の冷却ゾーンにおける鋼板上面側に、鋼板搬送方向の上流側ロールから下流側ロールに向けた上部スリットノズル15と吸水ノズル16が設けられ、鋼板下面側のロール間中央部に下部スリットノズル17が設けられた装置を使用した。

【0068】板幅4.5m、長さ30m、厚さ25mmの熱間圧延後の高温鋼板を、この装置に36mpmの速度で通過させ冷却した。冷却は、上部スリットノズル15から2000 l/m² minの量の冷却水を鋼板表面に供給し、下流側ロール近傍に設けられた吸水ノズル16で冷却水を吸水すると共に、鋼板下面側における、ロール間中央部に配置された下部スリットノズル17から冷却水を噴射することにより行った。

【0069】その結果、鋼板の上面側と下面側とで異なる方法により冷却されているが、下部スリットノズル17は、ロール間の中央部に設置されているので、冷却水が鋼板と衝突を開始する点の鋼板搬送方向の位置が、鋼板の上面と下面とで相違し、同じにはならなかった。

【0070】そこで、下部スリットノズル17の位置を前方に移動し、冷却水が鋼板と衝突を開始する点の鋼板搬送方向の位置が上面と下面とで同じになるようにその位置を調整した。この状態で、鋼板上面の抜熱量を下面の抜熱量とバランスさせるために、鋼板下面に対する冷却水の流量を増加させたが、下部スリットノズル17の流量限界まで冷却水を流しても、上下面の冷却量を同一にすることはできなかった。

が施された。板幅方向のC反り量は、板幅4.5mあたり3mmの上方に凸な上反りであった。

【0066】(5) 上記(1)と同じ寸法の熱間圧延後の高温鋼板を、図5に示した第5実施態様の装置に、40mpmの速度で通過させ、下記条件で冷却した。

【0071】また、この状態で冷却した鋼板上面と下面の表面温度履歴は同一にならなかった。これは、重力の影響で、下面ノズルは冷却長さに限界があり、少なくとも複数のノズルを配置しなければ、上下面の完全対称冷却は実現不可能であることを示している。その結果、鋼板の板幅方向と長手方向の温度は、最高温度と最低温度との差が冷却前で1000℃+0℃-30℃であったのに対し、冷却後においては、550℃+0℃-85℃になり、冷却による温度むらは拡大した。更に、冷却後の歪みは、板幅方向のC反り量が80mmと大きく歪んでおり、冷却後にプレス矯正によって平らな板に矯正処理をすることが必要であった。

【0072】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、熱間圧延された高温鋼板を冷却するに際し、鋼板の上下面に対し均一な冷却を行うことが可能になる結果、冷却後の熱による歪みの発生が防止され、鋼板の形状不良が皆無になり、その後の精整コストが削減される。更に、冷却装置を通板中の鋼板の生ずる形状不良によるトラブルが減少して設備の稼働率は向上し、また、冷却不足や過冷却による鋼板の材質のばらつきも減少して均質な製品が得られ、製品歩留りが向上する等、多くの工業上有用な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の装置の第1実施態様を示す説明図である。

【図2】この発明の装置の第2実施態様を示す説明図である。

【図3】この発明の装置の第3実施態様を示す説明図である。

【図4】この発明の装置の第4実施態様を示す説明図である。

【図5】この発明の装置の第5実施態様を示す説明図である。

【図6】圧延直後の鋼板を冷却した際の鋼板表面と裏面の温度履歴を示す図である。

【図7】圧延直後の鋼板を冷却した際の鋼板のC反り量

を示す図である。

【図 8】鋼板の上面および下面における冷却水の接触状態を示す説明図である。

【図 9】鋼板の上面および下面に対し冷却水が接触を開始する位置のずれ量と C 反り量との関係を示す図である。

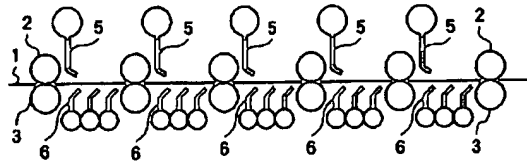
【図 10】比較例の装置を示す説明図である。

【符号の説明】

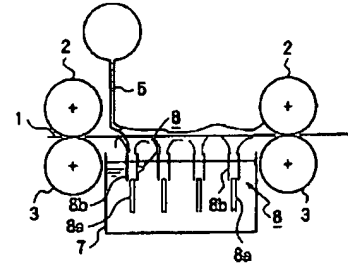
- 1 鋼板
- 2 拘束ロール
- 3 拘束ロール
- 4 圧延ロール
- 5 上部スリットノズル

- 6 下部スリットノズル
- 7 タンク
- 8 導管付き円管ラミナーノズル
- 9 円管ラミナーノズル
- 10 スプレーノズル
- 11 多孔板ノズル
- 12 OKボックス
- 13 スリットノズル
- 14 ノズル
- 15 上部スリットノズル
- 16 吸水ノズル
- 17 下部スリットノズル

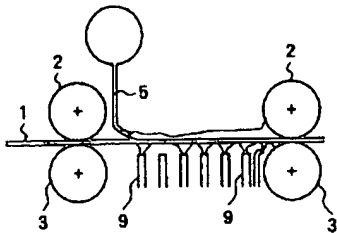
【図 1】



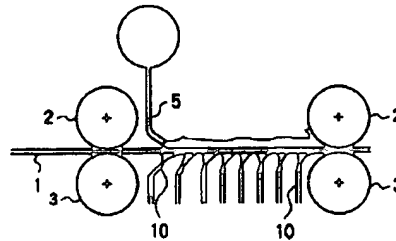
【図 2】



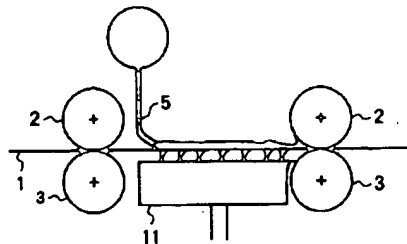
【図 3】



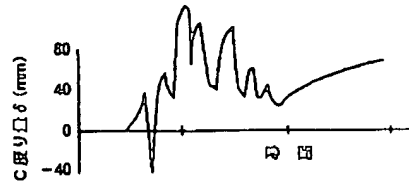
【図 4】



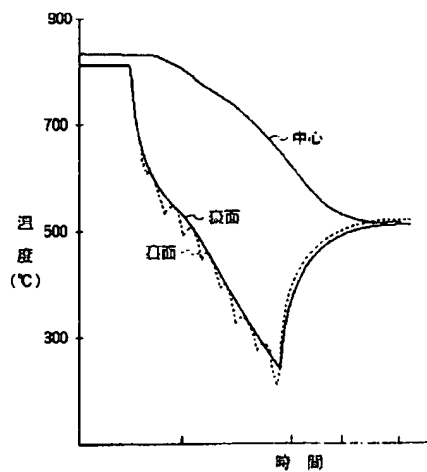
【図 5】



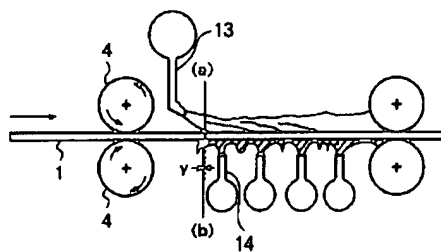
【図 7】



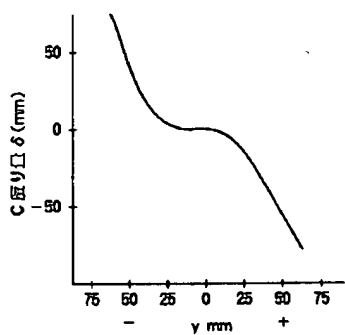
【図 6】



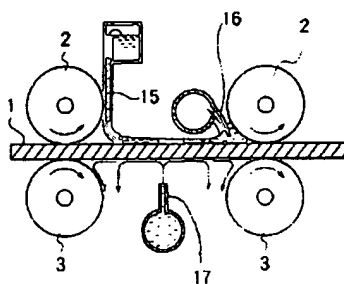
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶ 識別記号

1/14
C21D 9/52 102
9/573 101

F I

1/14 Z
C21D 9/52 102
9/573 101 Z

(72) 発明者 多賀根 章
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日
本鋼管株式会社内

(72) 発明者 井上 義隆
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日
本鋼管株式会社内

(72) 発明者 鎌田 正誠
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日
本鋼管株式会社内

(72) 発明者 内村 孝
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日
本鋼管株式会社内